6. 학사논문 지도교수: 김 지 환

6-1. 다기능 안테나 구조물의 전자기파 투과 성능

6-2. 열탄성 감쇠를 고려한 링/반구형 쉘 자이로의 동적 안정성

6-3. 금속/세라믹 복합재료에 발생하는 층간 분리 해석

6-4. 다층벽 탄소나노튜브(MWCNT)의 물리적/기계적 특성 연구

6-5. 유체-구조 연성을 고려한 비행체 날개의 플러터 해석

6-1. 다기능 안테나 구조물의 전자기파 투과 성능

기존의 안테나 설계 및 장착 방식은 항공기 외형이 결정된 후 최대의 안테나 성능을 얻기 위하여 외부 돌출형으로 장착되었지만, 돌출형 안테나 구조물은 비행체의 무게증가, 항력 및 레이더 반사면적(Radar Cross Section, RCS) 증가 등의 문제를 초래하게 된다. 이러한 단점을 개선하기 위하여 기체 표면에 안테나를 삽입하여 공기 역학적인 측면과 구조적인 효율을 증가시키며, 레이더 반사면적을 감소시켜 스텔스(Stealth) 성능을 향상시킨 다기능 구조물(Multifunctional Structure) 또는 스마트 스킨 구조물(Smart Skin Structure)이 제안되었다. 스텔스 기술의 적용은 그 중요성이 더욱 강조되어, 세계 각국은 항공기 및 함정 등에 스텔스 기술을 응용하기 위하여 활발한 연구를 수행하고 있으며, 이러한 첨단 기술은 국가적 차원에서도 기술 공개가 매우 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 다기능 안테나 구조물의 전자기파적 성능을 해석하고, 나아가 전자파 흡수 구조체의 설계에 적용해 보고자 한다.

Fig. 1 Smart Skin Antenna Structure

Fig. 2 Stealth Technology

담당조교: 임정수 (E-mail: jax2947@snu.ac.kr)

6-2. 열탄성 감쇠를 고려한 링/반구형 쉘 자이로의 동적 안정성

비행체 내부의 초정밀 장치는 기술 능력을 알 수 있는 핵심 척도로서, 이를 개발하는 데 많은 기술과 노력이 필요하다. 대표적인 방향 및 위치 센서인 자이로스코프(Gyroscope)는 소형화됨에 따라, 고도의 정밀성이 요구되며, 이와 같이 정밀성이 중요한 만큼, 실제 제조과정에서는 구조적 결함을 완전히 배제하기는 매우 어렵다. 비행체의 자세를 제어하는 역할의 3 축의 링(ring) 및 반구형 쉘(hemispherical shell) 형상의 구조물이 균질한 질량(mass) 분포를 이루어야 최적의 성능을 발휘할 수 있지만, 제조과정에서는 미세한 질량 불균형이 발생될 수 있다. 링 구조물 내의 임의의 집중된 질량 분포(random mass distributions)는 자이로스코프의 성능을 저하시키는 주요인으로 작용하기도 한다. 또한 열-탄성 감쇠효과(thermoelastic damping) 역시 에너지 손실을 가져오는 특성으로 성능 저하의 원인이 된다.

본 연구에서는 불균일 질량 분포를 가지는 링 및 반구형 셸 구조물의 특성 파악을 위한 모델링과 분석 및 기존의 실험자료를 활용하여, 그 영향성에 대한 연구를 수행하고, 이러한 단점을 감소시키기 위한 방법(trimming)을 다루고자 한다.

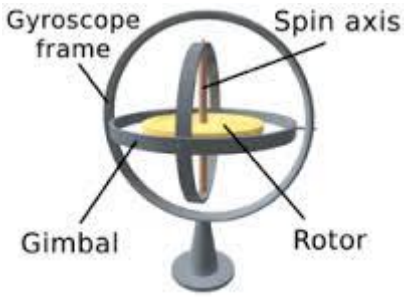

Fig. 1 Model of Ring Gyro

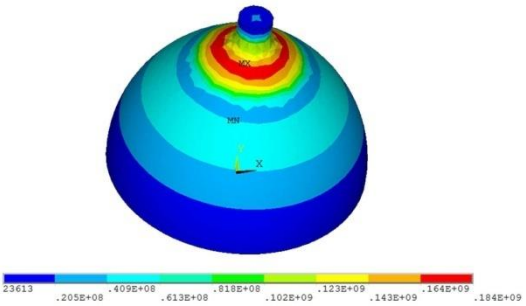

Fig. 2 Analysis of the hemispherical shell gyro

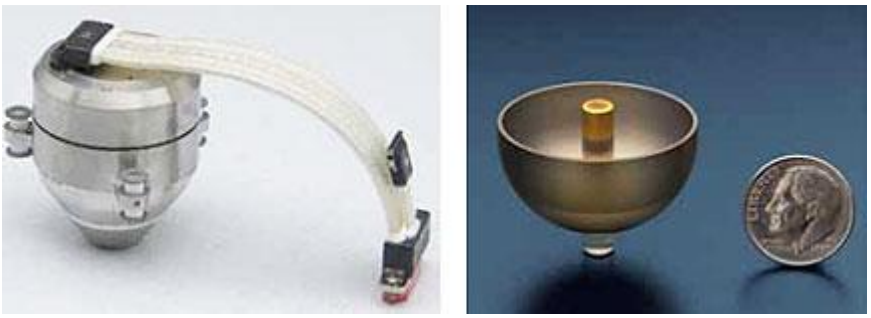

Fig. 3 HRG Resonator and Sensor Assembly

담당조교: 김정환 (E-mail: aero2012@snu.ac.kr)

6-3. 금속/세라믹 복합재료에 발생하는 층간 분리 해석

비행체에는 다양한 외력이 가해지므로 이를 견디기 위해서는 단일 재료가 아닌 복합재료를 사용하는 것이 필요하다. 이에 따라 최근 복합재료 중에서 경사기능재료 (Functionally Graded Material, FGM) 와 같은 재료가 초고온의 열을 받는 분야에서 주목을 끌고 있다. 이 경사기능재료는 고온의 환경에서 열에 저항하기 위해 한쪽 재료는 세라믹으로 하고, 다른 쪽 재료는 가볍고 구조적 강성을 지닌 금속재료로 점차적으로 변화된 재료를 사용한 일종의 복합재료이다. 이 소재는 재료의 물성치가 위치 및 온도에 대해 연속적인 함수관계로 가정하나 실제로는 적층구조로 만들기에 완전한 연속적 관계는 불가능하다. 이러한 적층구조는 층간(Inter-laminate) 결집력이 약한 부분이 생기며 초고온 환경에서 층간 분리(Delamination) 현상이 발생하게 된다. 층간 분리 현상이 생기면 복합재료의 동적 특성이 변하므로 설계시에 충분한 고려가 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 경사기능재료에 층간 분리 현상이 발생했을 때 발생하는 정적 및 동적 특성에 대해 연구하고 한다. 실제 비행체에서 층간 분리가 발생하면 열과 강한 바람의 영향을 더 크게 받게 된다. 이 때 발생하는 진동과 스트레스 그리고 열좌굴에 관한 해석 등을 진행해 보고자 한다.

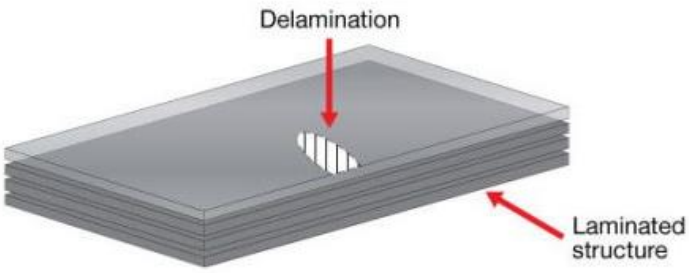

Fig. 1 Delamination in a laminated structure

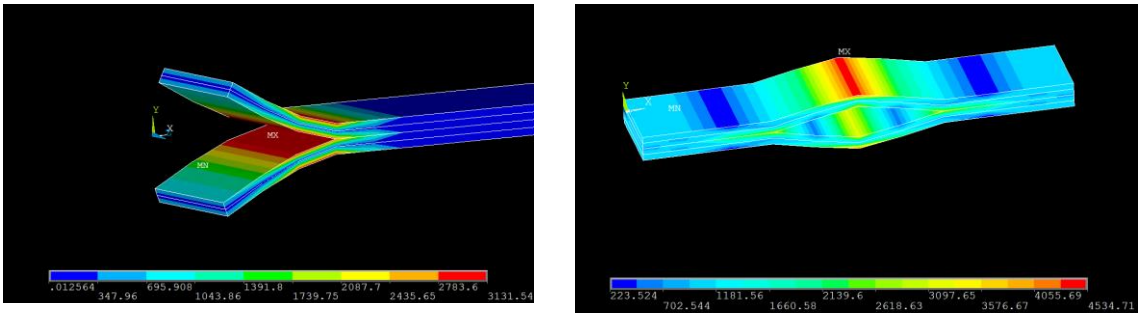

Fig. 2 끝 단과 중간에 층간 분리가 생길 때의 변형 및 스트레스 해석

담당조교 : 장진혁 (E-mail : jhself72@snu.ac.kr)

6-4. 다층벽 탄소나노튜브(MWCNT)의 물리적/기계적 특성 연구

탄소의 동소체인 다층벽 탄소나노튜브(Multi-Walled Carbon NanoTube, MWCNT)에 대한 연구가 매우 활발하다. 이는, 기존에 널리 알려진 우수한 열적, 전기적 도체인 구리나 은에 비해 가벼우면서도 강철보다 강하며, 얇은 구조를 띄고 있어 신축성이 뛰어나고 열전도율이 매우 큰 것으로 알려져 있다. 특히 단층벽(Single-Walled, SW) CNT 보다 제조 공정이 간단하고 SWCNT 만큼 기계적 성질이 좋은 편이라 상대적으로 MWCNT 의 연구가 더욱 활발하다.

MWCNT 는 탄소 원자간의 결합이 매우 강하여 전기적, 열적 성질이 매우 뛰어나며 원자간의 결합에 따라 이러한 성질이 다양하게 발현되기도 한다. 이를 응용하여 최첨단 전자 제품이나 방열 도료 등의 분야에 응용될 잠재성을 지니고 있다. 특히 기계적 성질 면에서는 고강도의 가벼운 제품을 손쉽게 만들 수 있는 소재로서 탄성, 강성, 경량성을 증대시킬 수 있는 더욱 확실한 대안으로 떠오르고 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 많은 연구가 이루어지기 시작한 MWCNT 의 물리적 특성, 진동 및 응력 등의 해석을 수행하고, 이를 실제 구조물에 적용할 수 있는 방안을 연구하여 도출해 보고자 한다.

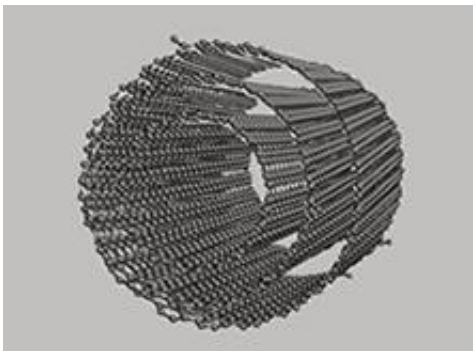

Fig. 1 MWCNT 의 구조 모형

Fig. 2 MWCNT 필름 제조

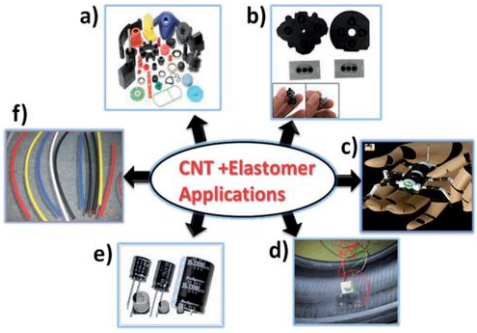

Fig. 3 CNT 의 응용 분야

담당조교: 김정환 (E-mail: aero2012@snu.ac.kr)

6-5. 유체-구조 연성을 고려한 비행체 날개의 플러터 해석

비행체 구조물을 단순히 강체로 모델링하는 경우와 이를 탄성체로 가정하는 경우에는 실제 현상과 차이가 있을 수 있기 때문에, 유체와 구조의 연성(Flow-structure Interaction)을 고려한 해석을 수행하여야 한다. 일정 한도 이상의 극심한 공기력은 기체에 일정 크기의 지속적인 진동현상을 유발시키며, 진동으로 인한 반복적인 응력은 구조물에 피로를 일으켜 심각한 손상이나 파손을 줄 수 있다. 이를 패널 플러터(Flutter)라고 하며, 동체나 날개의 표면에서 일어나는 공력 탄성학적(Aeroelastic) 안정성 문제이다. 따라서 고속 경량화 비행체나 고성능 발사체에서는 심각한 플러터가 일어나지 않도록 설계 하는 것이 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 구조물과 유체의 연계를 고려한 비행체 날개의 플러터 해석을 수행하고, 나아가 플러터의 진동 현상을 감소시키기 위한 진동 제어(Vibration Control)에 관한 방법을 모색해 보고자 한다.

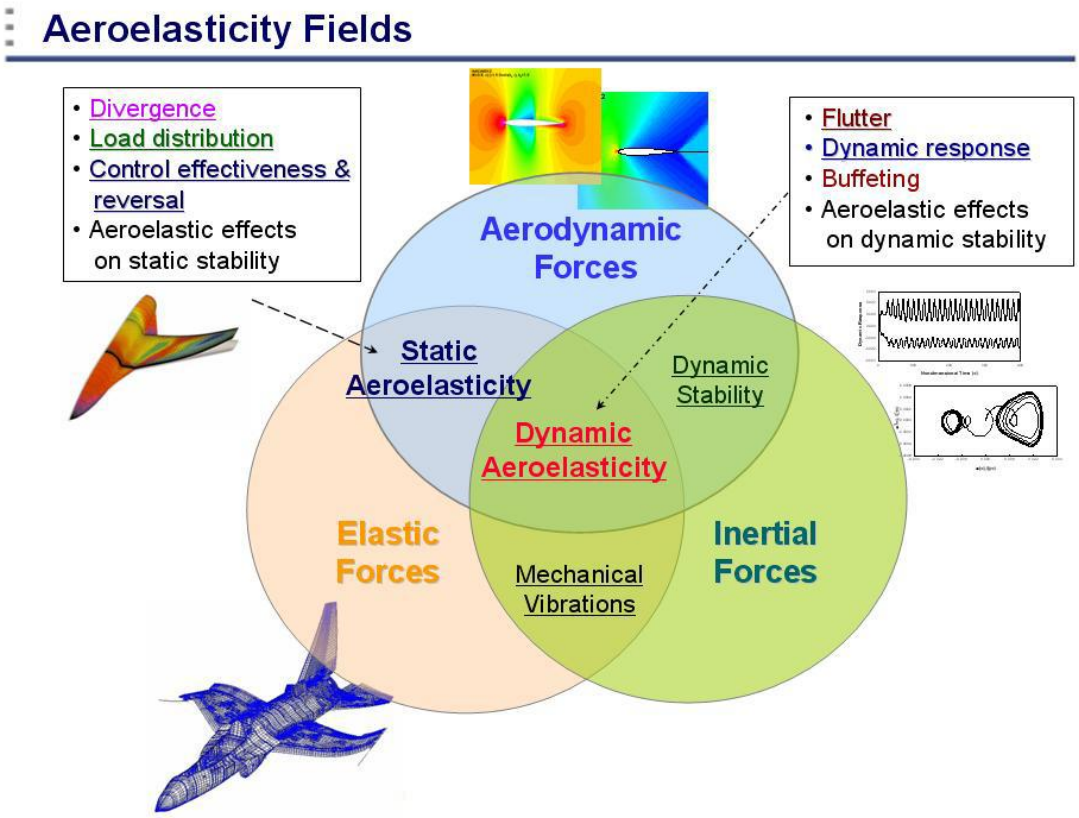

Fig. Aeroelasticity Fields

담당조교: 임정수 (E-mail: jax2947@snu.ac.kr)